

POLITECHNIKA KOSZALIŃSKA

Z E S Z Y T Y  
N A U K O W E  
W Y D Z I A Ł U  
B U D O W N I C T W A  
I I N Ż Y N I E R I I  
Ś R O D O W I S K A

NR

15

INŻYNIERIA ŚRODOWISKA



# Oddziaływanie stawów rybnych (karpionych) na jakość wód

*Sadżide Murat-Błażejewska*  
*Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska*  
*Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego - Poznań*

## 1. Wstęp

Wzrost ilości ścieków odprowadzanych z terenów wiejskich powoduje zanieczyszczenia wód powierzchniowych, szczególnie w małych zlewniach rolniczych. Liczni autorzy (Tucholski i Niewolak 1994, Strutyński 1995, Liang i in. 1998) [2,6,7] wyrażają pogląd, że utylizacja zanieczyszczonych wód w systemie stawów rybnych (karpionych) jest jedną ze skuteczniejszych metod (biologicznych) oczyszczania tych wód.

Wieloletnie badania własne w trzech obiektach stawowych położonych w regionie Wielkopolski i zasilanych wodami o zróżnicowanej czystości wskazują, że stawy rybne o ekstensywnej gospodarce rybackiej zasadniczo nie wpływają na jakość wód przy stosunkowo małym zanieczyszczeniu wód dopływających (Kosturkiewicz i Muratowa 1993, Murat-Błażejewska 1995) [1,3], zaś w przypadku znacznego zanieczyszczenia (ścieki) wód zasilających w stawie następowało usunięcie 77% fosforanów, 78% azotu azotanowego i 35% azotu całkowitego (Murat-Błażejewska 1996) [4]. Oczyszczanie ścieków w stawach zachodzi głównie dzięki procesom sedymentacji oraz poboru biogennów przez fitoplankton i rośliny wyższe (Piecuch, Plesiewicz 1996) [5].

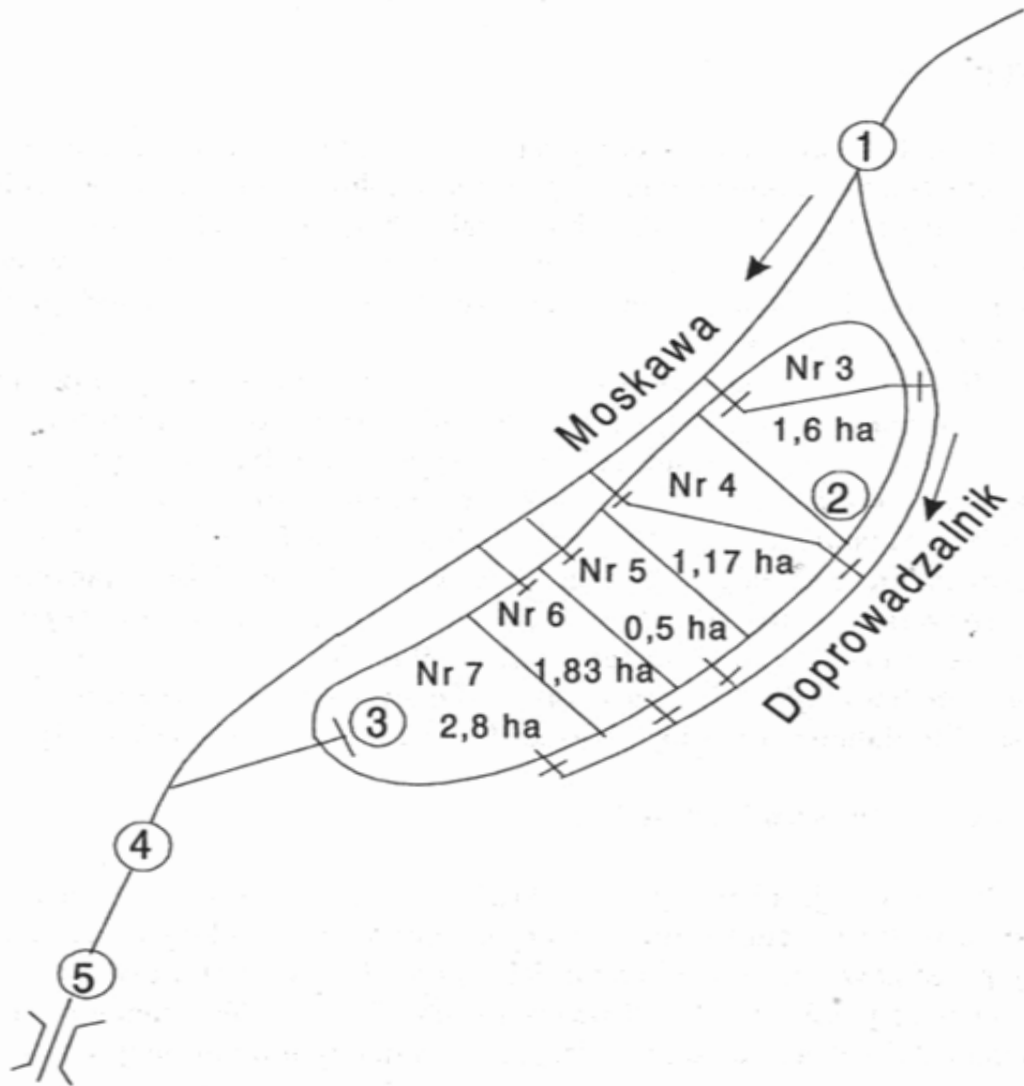
## 2. Zakres i metodyka badań

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu stawów rybnych (karpionych) o nisko i średnio intensywnej gospodarce rybackiej na jakość wód. W pracy przedstawiono wyniki badań jakości wód powierzchniowych w zlewni rz. Maskawy do przekroju Dzierznica w latach 1997-98. W ramach tych badań prowadzono stałe obserwacje i pomiary, które między innymi obejmowały:

- notowania stanów wody w przekrojach: poniżej miasta Nekli (przelew prostokątny) i zamykającym zlewnie – Dzierznica (koryto Parshalla),
- inwentaryzacje źródeł zanieczyszczeń w zlewni,
- comiesięczne pobieranie próbek wody w przekrojach pomiarowo-kontrolnych nr ①, ②, ③, ④, ⑤ (rys. 1). Odległość mierzona wzdłuż biegu rzeki

miedzy przekrojem ① a ④ wynosiła 1370 m, a miedzy przekrojem ④ a ⑤ - 1650 m.

Miejsca pobierania próbek wody zlokalizowano tak, aby móc ocenić skuteczność usuwania zanieczyszczeń w stawach i oszacować wpływ kompleksu stawów rybnych w Stroszkach na jakość wód Maskawy.



Rys. 1. Szkic kompleksu stawów w Stroszkach: - punkty kontrolno-pomiarowe, \_ - przelew prostokątny, ][ - koryto Parshalla

Fig. 1. Layout of ponds in Stroszki: ① - point of measurements and samplings, \_ - rectangular weir, ][ - Parshall flume

W okresach wegetacyjnych 1997 i 1998 roku w przedstawionych przekrojach pobrano 55 próbek wody i poddano je analizom laboratoryjnym. Analizy fizyko-chemiczne obejmowały oznaczenia wskaźników i składników charakteryzujących właściwości fizyczne (pH, temperatura), warunki tlenowe (zawartość tlenu rozpuszczonego, BZT<sub>5</sub>, ChZT<sub>Mn</sub>), stężenia substancji organicznych (sucha pozostałość lotna), obecność biogenów (związki azotu i fosforu) oraz skład mineralny (Ca, Mg, Na, K, Fe, Cl, SO<sub>4</sub>). Wielkości te oznaczano następująco: Ca i Mg – metodą miareczkowania, Fe, NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub> i PO<sub>4</sub> – spektrofotometrycznie, K i Na metodą ASA, Cl – metodą argentometryczną i SO<sub>4</sub> – metodą wagową. Do szczegółowej analizy wybrano temperaturę wody oraz zawartości tlenu rozpuszczonego, azotu amonowego, azotu azotanowego i fosforanów.

### **3. Charakterystyka zlewni rzeki zasilającej badane stawy**

Maskawa jest prawobrzeżnym dopływem Warty, uchodzącym do niej w 307,2 km. Obszar źródłowy Maskawy stanowią podmokłe tereny koło wsi Nekielka, około 10 km na wschód od miejscowości Kostrzyń. Powierzchnia zlewni górnego biegu Maskawy do przekroju Dzierznica wynosi 37,2 km<sup>2</sup>, średnie wzniesienie zlewni wynosi 113,4 m n.p.m. i charakteryzuje się średnim spadkiem 3,7‰.

Materiałami macierzystymi gleb badanego dorzecza są głównie utwory polodowcowe. Połowę powierzchni zlewni zajmują piaski i żwiry, a 25% zajmują piaski gliniaste, 10% gliny zwałowe i 15% torfy.

Lasy zajmują 28,4% powierzchni zlewni, zaś użytki rolne stanowią – 70%. Do wód Maskawy odprowadzane były ścieki komunalne i przemysłowe (ścieki z masarni około 2,0 m<sup>3</sup>·d<sup>-1</sup> i z rozlewni napojów gazowanych około 4,0 m<sup>3</sup>·d<sup>-1</sup>, jak i gnojowica ze źle prowadzonych obór. Na stan czystości rzeki Maskawy wpływ mają również obszarowe zanieczyszczenia spływające z powierzchni zlewni, której użytkowanie ma typowo rolniczy charakter. Rolnictwo dostarcza zanieczyszczeń przestrzennych związanych z nawożeniem gruntów ornych. Zużycie nawozów w ostatnich latach na obszarze zlewni Maskawy wyniosło: 121 kg NPK/ha, w tym 66 kg N/ha, 22 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha i 34 kg K<sub>2</sub>O/ha. Chociaż rodzaj stosowanego nawozu jak i jego dawki uzależnione są od uprawy i klasy gleb, jednak nadmiar nawozów sztucznych zostaje zmyty wodami opadów atmosferycznych do pobliskich cieków, powodując w tych ciekach obniżenie natlenienia wód, wzrost związków biogenów do wartości nie odpowiadającym normom.

#### 4. Przebieg warunków meteorologicznych w latach 1997 i 1998

Dla scharakteryzowania warunków meteorologicznych w okresie badań wykorzystano dane ze stacji opadowej IMGW Poznań-Ławica. Rok hydrologiczny 1997 zaznaczył się jako zimny i mokry, gdyż średnia temperatura powietrza była o  $0,9^{\circ}\text{C}$  niższa, a suma opadów rocznych była o 97 mm wyższa od analogicznych średnich wartości z wielolecia 1988÷1997. Półrocze zimowe 1998 roku było ciepłe (średnia temperatura była w tym półroczu o  $1,3^{\circ}\text{C}$  wyższa od średniej z wielolecia), również suma opadów była nieco wyższa (o 10 mm) na tle analogicznych wartości wieloletnich.

#### 5. Charakterystyka hydrologiczna zlewni i stawów

Średnie miesięczne przepływy rz. Maskawy w przekroju poniżej Nekli ① w rozpatrywanych latach wahały się w granicach od  $11 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  do  $270 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Zwiększone przepływy w rzece w okresie wiosennym umożliwiały napełnienie badanych stawów w marcu. W okresie hodowlanym, który trwał od początku kwietnia do końca września przepływy w cieku zasilającym były niskie i wahały się od  $11 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  do  $54 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Dopływ do stawów w tym okresie był niewielki i wynosił od  $3 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  do  $12 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , odpływy ze stawów od  $1 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  do  $8 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Przepływ wody przez stawy zwiększano w czasie upałów dla poprawy warunków tlenowych. Udział wód odpływających ze stawów w miesięcznym odpływie Maskawy do przekroju Dzierznica ⑤ wynosił od 20 do 70%.

#### 6. Warunki techniczno-eksploatacyjne stawów rybnych

Kompleks stawów rybnych położony poniżej miejscowości Nekla, należy do Rolniczego Kombinatoru Spółdzielczego w Stroszkach. Kompleks ten składa się z pięciu stawów o powierzchniach od 0,5 ha do 2,8 ha (rys.1.) Łącznie stawy te zajmują 7,9 ha (powierzchni użytkowej 7,8 ha) i magazynują 81 tys.  $\text{m}^3$  wody. Stawy rybne zasilane są wodami Maskawy poprzez otwarty doprowadzalnik. Wszystkie stawy mają niezależny układ zasilania i odprowadzania wody. Napełnianie stawów wodą rozpoczynało się w marcu, na ogół stawy obsadzano w kwietniu. Średnia głębokość stawów wynosiła 1,3 m (głębokość przy mnichu dopływowym 0,6 m a przy mnichu odpływowym - 2,4 m).

W stawach nr 4, 5, 6, 7 prowadzono nisko intensywną gospodarkę rybacką, dokarmiano obsadę mieszanką paszową w ilości około 50 kg na tydzień. Średnia wydajność stawów w 1997 r. wyniosła 500 kg/ha. W stawie nr 3 pro-



wadzoną gospodarke rybacką można zaliczyć do średnie intensywnej, ponieważ obsadę ryb (2500 sztuk krocza o masie jednostkowej 0,5 kg) dokarmiano codziennie około 50 kg pszenicy i około 60 kg krwi z częstotliwością 2 razy w tygodniu. Wydajność stawu w roku 1997 wyniosła 830 kg/ha.

### 7. Jakość badanych wód

Wyniki badań hydrochemicznych wykazały, że wody rzeki Maskawy w przekroju poniżej Nekli odpowiadały II i III klasie czystości wód względem większości wskaźników, a w przypadku tlenu rozpuszczonego, azotu amonowego i fosforanów wartości średnie z okresu badań nie odpowiadały normom. Zwiększone ładunki zanieczyszczeń w tej zlewni wynikają z faktu, że wody Maskawy zanieczyszczane są ściekami bytowymi i z drobnych zakładów przetwórstwa spożywczego.

**Tabela 1.** Minimalne, maksymalne, średnie i błędy standardowe wartości wybranych wskaźników jakości wody w badanych punktach pomiarowo-kontrolnych w latach 1997+1998

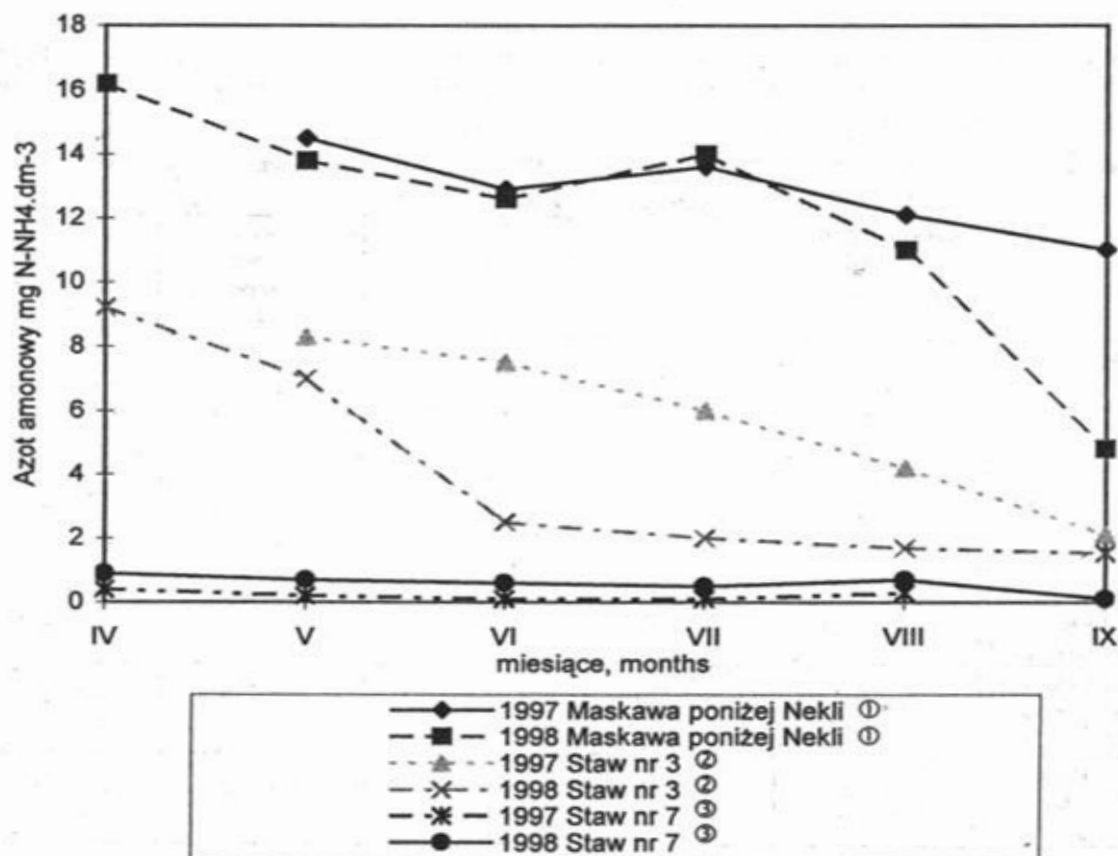
**Table 1.** Minimum, maximum average and standard error values of water quality indexes at investigated gauging points in 1997+1998

Punkty Points Wskaźniki Indexes	Maskawa poniżej Nekli River Maskawa ①	Staw nr 3 Pond nr 3 ②	Staw nr 7 Pond nr 7 ③	Maskawa poniżej stawów Below ponds ④	Maskawa Dzierznica ⑤
temperatura wody water temperature [°C]	<u>12,0+22,0</u> 15,6 ± 0,7	<u>12,0+22,0</u> 17,7 ± 0,9	<u>13,0+23,0</u> 19,2 ± 1,1	<u>13,0+21,</u> 16,7 ± 0,8	<u>10,0+20,0</u> 17,2 ± 1,2
tlen rozpuszczony dissolved oxygen mg O <sub>2</sub> ·dm <sup>-3</sup>	<u>nw+4,8</u> 2,5 ± 0,3	<u>1,6+7,3</u> 5,8 ± 0,3	<u>6,1+10,0</u> 8,1 ± 0,4	<u>2,4+6,7</u> 4,7 ± 0,2	<u>4,1+11,0</u> 7,0 ± 0,6
azot amonowy ammoniacal nitrogen mg N-NH <sub>4</sub> ·dm <sup>-3</sup>	<u>4,8+16,2</u> 13,2 ± 1,5	<u>1,7+9,2</u> 5,1 ± 0,9	<u>0,1+0,9</u> 0,5 ± 0,1	<u>0,8+2,5</u> 1,6 ± 0,2	<u>0,1+3,8</u> 0,3 ± 0,4
azot azotanowy nitrate nitrogen mg N-NO <sub>3</sub> ·dm <sup>-3</sup>	<u>0,4+5,2</u> 2,5 ± 0,4	<u>0,3+2,0</u> 0,8 ± 0,3	<u>0,1+1,7</u> 0,5 ± 0,2	<u>0,5+7,3</u> 2,3 ± 0,7	<u>0,1+8,5</u> 2,5 ± 0,9
fosforany phosphates mg PO <sub>4</sub> ·dm <sup>-3</sup>	<u>1,5+6,0</u> 2,9 ± 0,4	<u>0,2+2,2</u> 1,1 ± 0,2	<u>0,1+1,2</u> 0,3 ± 0,1	<u>0,4+2,8</u> 1,3 ± 0,2	<u>0,2+3,0</u> 0,6 ± 0,1

Duża gęstość cieków powoduje przyspieszony dopływ zanieczyszczeń powierzchniowych do cieków, a więc skraca czas obiegu wody w zlewni.

W tabeli 1 przedstawiono minimalne, maksymalne i średnie oraz błędy standardowe wartości wybranych wskaźników jakości wód z okresu badań.

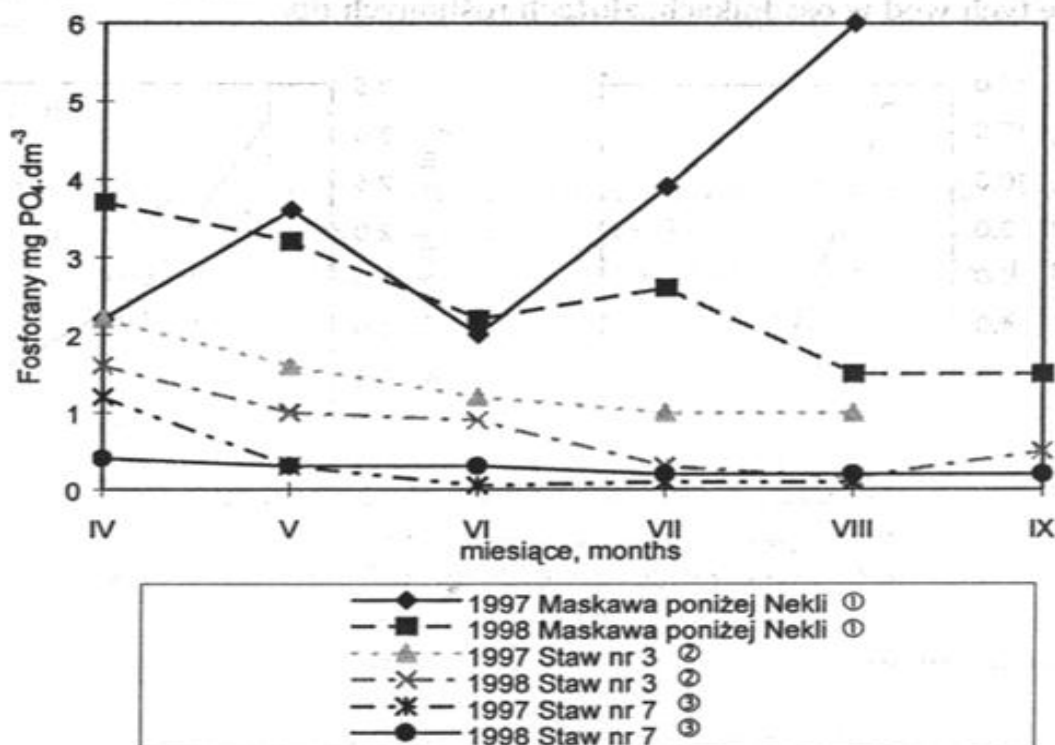
W stawach, średnie temperatury wody były wyższe niż wód dopływających, dzięki czemu w warunkach dobrego nasłonecznienia występowały sprzyjające warunki dla intensywnego przebiegu procesu fotosyntezy. Świadczy o tym, m. in. stosunkowo wysokie stężenie tlenu rozpuszczonego w wodzie stawów pomimo wysokich temperatur. Wody w badanych stawach zawierały mniej związków biogenych niż wody dopływające do nich. Porównując średnie w okresie badań stężenia azotu amonowego i fosforanów w wodach dopływających do stawu i w toni stawów (rys. 2), można zauważyć, że w stawie nr 3 następowało usunięcie 61% azotu amonowego, 68% azotu azotanowego i 62% fosforanów, zaś w stawie nr 7 (o nisko-intensywnej gospodarce ryb) redukcja tych substancji była wyższa (rys. 3) – 96% azotu amonowego, 80% azotu azotanowego i 90% fosforanów.



Rys. 2. Stężenie azotu amonowego w wodach Maskawy i w toni badanych stawów w latach 1997÷1998

Fig. 2. Concentrations of ammonium nitrogen in waters of the River Maskawa and in fish ponds in period 1997÷98

Znacznie większa redukcja tych substancji w stawie o nisko-intensywnej gospodarce rybackiej niż w stawie nr 3 jest konsekwencją zwiększonej ilości zadawanej paszy i mniejszej przez to intensywności rozkładu materii organicznej przez bakterie tlenowe oraz mniejszego uwalniania pierwiastków biogenych.



Rys. 3. Stężenie fosforanów w wodach Maskawy i w toni badanych stawów w latach 1997÷1998

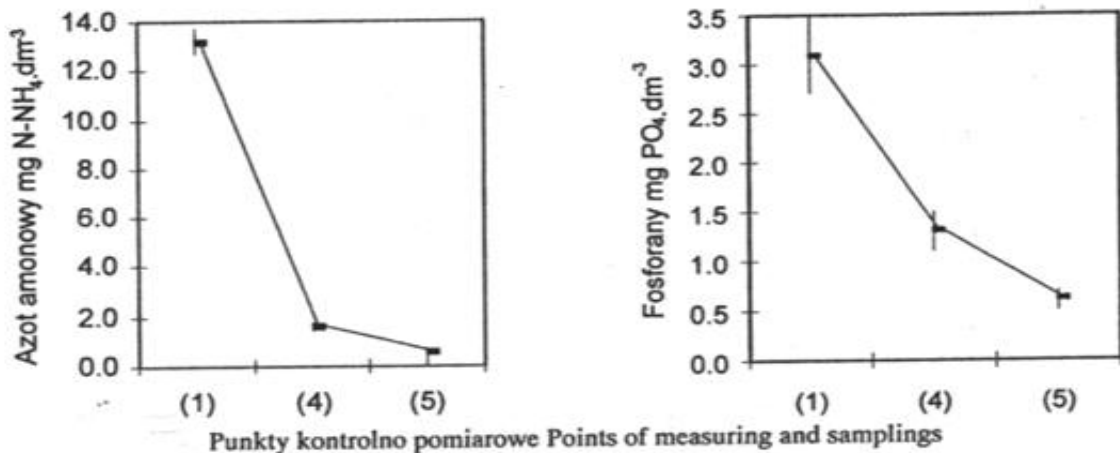
Fig. 3. Concentrations of phosphates in waters of the River Maskawa and in fish ponds in period 1997÷98

Stawy karpowe pełniąc funkcje produkcyjne mogą również pełnić funkcje oczyszczalni naturalnych jeżeli gospodarka rybacka w tych stawach będzie uwzględniać stan zanieczyszczenia wód zasilających, tj. intensywność chowu ryb będzie dostosowana do ilości i jakości wód dyspozycyjnych.

Należy zwrócić uwagę, że stawy karpowe kumulują ładunki zanieczyszczeń w okresie hodowlanym (IV - IX) i dlatego wody odpływające z górnych warstw stawów w tym okresie są czyste. Porównując jakość wód Maskawy w przekrojach powyżej i poniżej stawów można stwierdzić polepszenie jakości wody (rys. 4), prawdopodobnie na skutek dopływu oczyszczonych wód



ze stawów, a także dzięki wyhamowaniu przepływu wody i wzmożonej sorpcji przez roślinność porastającą dno i brzegi cieku. Na jesieni w okresie spuszczenia stawów i odłowów ryb wody poprodukcyjne wnoszą znaczny ładunek zanieczyszczeń mineralnych i organicznych do odbiorników tych wód. W celu ochrony wód odbiorników należałoby wprowadzić kontrolę ilości i jakości wód poprodukcyjnych, a w zależności od rodzaju zanieczyszczeń, stosować oczyszczanie tych wód w osadnikach, złożach roślinnych itp.



Rys. 4. Zmiany jakości wody z biegiem rzeki Maskawy

Fig. 4. Changes in water quality along with downstream of the River Maskawa

## 8. Podsumowanie

Wpływ stawów rybnych na jakość wody w rzece Maskawie w okresach wegetacyjnych 1997÷98 był korzystny ze względu na lepsze natlenienie wody poniżej stawów oraz kilkunastokrotnie mniejsze stężenie azotu amonowego i 2÷4 razy mniejsze stężenie fosforanów.

## Literatura

1. Kosturkiewicz A., Muratowa S.: Wpływ stawów rybnych na jakość wód. Roczn. AR Pozn. 244, 1993, 51÷63, 1993.
2. Liang Y., R.Y.H. Cheung, S. Everitt, M.H. Wong: Reclamation of wastewater for polyculture of freshwater fish: wastewater treatment in ponds. Wat. Res. Vol. 32. No 6. p. 1864÷1880, 1998.
3. Murat-Błażejewska S.: Eksploatacja stawów karpowych a problem jakości wody w małych ciekach odbiornika wód poprodukcyjnych. Zesz. Nauk. AR Wroc., Konf. VIII ne 266; 163÷172, 1995.

4. **Murat-Błażejewska S.:** Doczyszczanie ścieków w stawach rybnych. Zesz. Nauk. AR Wroc. Konf. XIII t. 1 nr. 293; 201+208, 1996.
5. **Piecuch T., Plesiewicz T.:** Analiza studialna możliwości rekultywacji jeziora Jamno. Zeszyty Naukowe Politechniki Koszalińskiej. Monografia Nr 60, 1996.
6. **Strutyński J.:** Stawy rybne jako strefa buforowa w ochronie wód. Mat. konf. nauk. „Strategia rozwoju gospodarki wodnej” Zakopane - Kościelisko; 425+434, 1995.
7. **Tucholski S., Niewolak S.:** Stawy rybne jako III stopień oczyszczania w małej biologicznej oczyszczalni ścieków. Zesz. Nauk. AR Wroc., 246; 179+189, 1994.

## **Streszczenie**

W pracy przedstawiono oddziaływanie stawów rybnych (karpionych) o nisko i średnio intensywnej gospodarce rybackiej na jakość wód. Wyniki badań jakości wód Maskawy wskazują, że wpływ stawów rybnych był korzystny ze względu na lepsze natlenienie wody oraz kilkunastokrotnie mniejsze stężenie azotu amonowego i 2÷4 razy mniejsze stężenie fosforanów w wodzie poniżej stawów w okresach hodowlanych 1997 i 1998.

Słowa kluczowe: jakość wód, stawy rybne, oddziaływanie na środowisko.

## **Impact of effluent from fish (carp) ponds on quality of receiving waters**

### **Abstract**

Impact of effluent from fish (carp) ponds on water quality in receiving flowing water was assessed in the paper. The fish production was low and moderately intensive. The results of analyses of quality of water the Maskawa River showed a positive impact on oxygenation removal of ammoniac nitrogen. Concentrations of phosphates in the effluent were 2÷4 times lower than in the receiving water during the farming seasons 1997 and 1998.

Key words: water quality, fishponds, environmental impact.